

посадкой с помощью шприца в атмосфере 100% влажности [2]. Объем капли составил 9 мкл. КУ фиксировались через 1 секунду после посадки с помощью цифровой фотокамеры. Было исследовано по 15-30 капель на образце.

Результаты. Из необработанных образцов наибольшим гистерезисом КУ обладал чернозем. Убывающий ряд этой характеристики выглядел так: чернозем - мусковит-каолинистый мергель – филлит, силикагель – бентонит, гидрат окиси алюминия - мусковит-хлоритовый мергель. Разброс значений КУ на условно гладкой поверхности стекла составил 14° , а на порошках был в 2 – 8 раз выше. Исушение водной пленки на образцах привело к увеличению гистерезиса КУ на мергелях и филлите. В черноземе, по-видимому, органическое вещество исходно задавало высокую неоднородность поверхности. Бентонит обладал самыми мелкими порами, поэтому, вероятно, быстрая капиллярная конденсация препятствовала измерениям на образце без водной пленки. Результат обработки сурфактантами зависел от их типа на поверхности мергелей. Гидрофобная жидкость вызвала усиление гистерезиса КУ на мусковит-хлоритовом мергеле, на мусковит-каолинистом – не повлияла. Гидрофильная жидкость вызвала ослабление гистерезиса КУ на мусковит-каолинистом мергеле, на мусковит-хлоритовом – не повлияла. На поверхности чернозема, силикагеля и филлита к одинаковому гистерезису КУ привели и гидрофобный, и гидрофильный сурфактанты: на филлите гистерезис КУ усилился, на черноземе и силикагеле – ослаб. Таким образом, оказалось, что на энергетическую неоднородность поверхности глин и связанный с ней разброс контактных углов смачивания можно влиять, изменяя состояние водной пленки и создавая пленку сурфактантов.

Литература

1. Горбылева А.И., Андреева Д.М., Воробьев В.Б., Петровский Е.И. Почвоведение с основами геологии: Учеб. пособие / Под ред. Горбылевой А.И. – Мн.: Новое знание, 2002. – 480 с.
2. American Institute of Physics 1985. Перевод на русский язык, издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, «Успехи физических наук», 1987
3. Drelich J. Contact angles: From past mistakes to new developments through liquid-solid adhesion measurements. *Advances in Colloid and Interface Science* 267 (2019) 1–14

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМЫХ ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНУЮ ВЫРАБОТКУ УЧАСТКА «КЫРГАЙСКИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ» СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.А. Меристе

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидрогеологические условия угольных месторождений выступают одним из важнейших факторов, определяющих особенности их отработки. Возможные осложнения, связанные с формированием водопритоков, способны решительным образом влиять на экономическую целесообразность разработки месторождений. Опыт горных работ в Кузбассе показывает, что речная сеть не только может выступать источником формирования водопритоков, но и существенным образом влияет на выбор расчётных схем аналитических гидродинамических расчётов. Сложный характер граничных условий вызывает необходимость применения современных технологий численного моделирования.

Участок проектируемых открытых горных работ «Кыргайский Промежуточный» расположен в контурах площади Северо-Талдинского угольного месторождения. В орографическом отношении рассматриваемый участок расположен в пределах водораздела рек Кыргай и Талда, на правом склоне долины р. Кыргай. Рельеф участка сложный, представлен гривами, разделёнными корытообразными долинами логов с многочисленными ответвлениями.

В гидрогеологическом отношении площадь участка приурочена к центральной части Кузнецкого бассейна пластово-блоковых вод. По условиям залегания и литолого-стратиграфическим особенностям в пределах района работ распространены: слабоводоносный современный горизонт аллювиально-делювиальных отложений (adQ_{IV}), слабоводоносный локально-водоносный горизонт верхнечетвертичных-современных субаэральных покровных отложений (saQ_{III-IV}), водоносная зона средне-верхнепермских угленосно-терригенных пород ерунаковской подсерии (P_{2-3er}) [1]. Ввиду ограниченности площади распространения водоносных горизонтов четвертичных отложений на участке исследования, их влияние на обводнение проектируемой горной выработки считается незначительным и при оценке водопритоков не учитывается.

Основной водоприток на участке проектируемых горных работ будет формироваться за счет подземных вод водоносного комплекса средне-верхнепермских угленосно-терригенных пород ерунаковской подсерии (P_{2-3er}), в контурах распространения которого проектируется отработка месторождения. Водовмещающие породы представлены чередующимися средне-мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами и каменными углями. Отложения характеризуются неравномерной обводненностью, которая обусловлена степенью трещиноватости водовмещающих пород. Наиболее обводнены отложения в зоне экзогенной трещиноватости, приуроченной к верхней части разреза до глубины 100 м. Подземные воды участка отнесены к трещинному и трещинно-пластовому типам. По гидравлическому характеру они являются напорными. В пределах водораздельных пространств уровень залегает на глубинах от 12 до 30 м, повышаясь до нуля в долинах рек.

Водообильность отложений неравномерная и довольно низкая. Удельные дебиты скважин в зоне активного водообмена (до глубины 80-100 м) колеблются от 0,01 до 0,25 л/с, коэффициенты водопроводимости пород

изменяются от 3,5 до 8,5 м²/сут, средний по площади коэффициент фильтрации оценивается величиной 0,066 м/сут. Ниже зоны активного водообмена водообильность пород значительно снижается, удельные дебиты скважин не превышают предела 0,006 - 0,07 л/с. Обводненность зон тектонических нарушений, как правило, не отличается от обводненности окружающих их пород [1]. Таким образом, для исследуемого участка характерны неравномерные, но в целом относительно невысокие значения водообильности разведочных скважин и фильтрационных свойств горных пород.

Подземные воды района относятся к типу сезонного, преимущественно весеннего и осеннего питания. Областями питания являются водоразделы и верхние части их склонов, основными источниками пополнения запасов служат атмосферные осадки. Областями разгрузки выступают поверхностные водотоки и тальвеговые части крупных логов.

В основе прогноза техногенного режима подземных вод для оценки водопритоков с использованием численного моделирования лежит схематизация гидрогеологических условий. Она предполагает упрощение реальных условий на участке отработки угольного месторождения в виде определенной гидродинамической схемы, составленной с учетом геологического строения дренiruемого комплекса и структуры искусственного фильтрационного потока, отражающей взаимосвязь интенсивности инфильтрационного питания с разгрузкой подземных вод на основе водного баланса.

Численное моделирование решает следующие основные задачи: позволяет воспроизвести на модели гидрогеологические условия участка горных работ, сложившиеся под влиянием естественных и искусственных факторов; дает более достоверную (по сравнению с аналитическими расчётами) количественную оценку прогнозных водопритоков в соответствии с проектной схемой развития горных работ, изменяющейся во времени; показывает динамику развития воронки депрессии под влиянием проектируемой отработки угольного месторождения.

Для участка открытых горных работ «Кыргайский Промежуточный» с помощью средств математического моделирования в среде программного комплекса Visual Modflow Flex [3, 4] воспроизведены условия обводнения проектируемого угольного разреза за счет подземных вод. Разработанная численная модель, дает возможность сопоставлять количественную оценку отдельных источников формирования водопритоков. Восполнение запасов подземных вод, поступающих в открытую гонную выработку, ожидается за счёт дренирования зоны интенсивной трещиноватости, инфильтрационного питания и поглощения части поверхностного стока рек Талда и Кыргай.

Результаты моделирования можно считать конкурирующим вариантом оценки водопритоков, по отношению к основным гидродинамическим аналитическим расчётам по методу «большого колодца» в условиях типовой расчетной схемы «пласта-полосы» с однородными границами третьего рода,

Литература

1. Макейкин Н.М., Лакеев Ю.Ф. «Материалы по подготовке к изданию гидрогеологической и инженерно-геологической карт СССР масштаба 1: 200000 листа N-45-XV (Окончательный отчет Новокузнецкой съёмочной партии за 1963-1968 гг.)», 1968.
2. Anderson, M.P. and W.W. Woessner (1992) «Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport». Academic Press, Inc. New York, N.Y.
3. Reilly, T.E. and Harbaugh A.W. (2004) «Guidelines for Evaluating Ground-Water Flow Models». U.S.G.S. Report.

РЕЛЬЕФ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЭЛЕГЕСТ-КЫЗЫЛ-КУРАГИНО Ю.Ю. Надеждина

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

О важности и стратегической необходимости строительства железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино достаточно информации в общедоступных источниках информации. Строительство будет осуществляться в сложных инженерно-геологических условиях при малой степени изученности. В связи с чем принято решение о проведении инженерно-геологического районирования.

При проектировании и строительстве железной дороги с сопутствующей инфраструктурой карты инженерно-геологического районирования могли бы существенно уменьшить объем полевых работ и, как следствие, снизить стоимость инженерно-геологических изысканий.

При построении карт инженерно-геологического районирования учитывается и сопоставляется множество факторов: геологические, гидрогеологические, метеорологические условия, тектоника, рельеф и другие. Характеристика рельефа оказывает первоочередное влияние на выбор участков проведения изысканий и выбор размещения инженерных сооружений. Особенности рельефа, и другие особенности района обусловлены преимущественно совокупностью геологических процессов. Важнейшим рельефообразующим фактором является тектоническое строение. Район исследований приурочен центральной части Алтае-Саянской горной системы, расположенной в общем в пределах палеозойской складчатости, которая представляет собой ряд геологических структур разного возраста и типа. Морфологические структуры первого порядка осложнены блоками, которые относительно быстро меняют интенсивность и направленность движений в пространстве. Границы блоков находятся в подчинении разломов глубинных и поверхностных. Движения блоков взаимодействуют с экзогенными геологическими процессами и тем самым определяют условия накопления рыхлого материала, которые в дальнейшем образуют морфоструктуры второго порядка [1].